MINISTÈRE DES COMMUNICATIONS

Publié par la Direction
générale des technologies
de l'information

RAPPORT

Les nouveaux impératifs de la science et de la technologie: la nécessaire collaboration

Avril 1988

Document de réflexion
préparé par Benoît Godin
Direction de la planification stratégique

Québec

PRÉFACE

Dans le cadre des travaux qu'il a entrepris sur le développement des industries de communication à Montréal, le ministère des Communications du Québec a initié un certain nombre de recherches dans le but de faire le point sur différents aspects du développement économique et des politiques gouvernementales.

Le présent rapport de recherche s'intéresse au développement technologique. Il tente d'analyser les grandes politiques qu'ont adoptées les gouvernements occidentaux ces dernières années en matière de développements scientifique et technologique.

Ce rapport de recherche est un document de réflexion et, en ce sens, il représente la première étape d'un programme de travail visant à circonscrire le rôle du ministère des Communications du Québec dans le développement industriel des communications. Il ne présume en rien des orientations qu'entend privilégier le Ministère dans son plan d'action en faveur des industries de communication. Il se limite à proposer un cadre d'analyse des politiques actuellement poursuivies par les gouvernements.

89-02931/

TABLE DES MATIÈRES

Préface 1

1. La relation entre science et technologie n'est pas linéaire 7

2. Des politiques scientifiques et technologiques aux politiques économiques et industrielles 9

3. Conclusion : la gamme des possibles gouvernementaux 19

Bibliographie 23

LES NOUVEAUX IMPÉRATIFS DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE : LA NÉCESSAIRE COLLABORATION

On a toujours justifié l'intervention de l'État en matière de science et de technologie par le fait que la Recherche et Développement (RD) possède les caractéristiques d'un bien public : les producteurs ne peuvent s'approprier totalement les bénéfices de leurs efforts, les risques et incertitudes sont très élevés, de nombreuses externalités négatives sont engendrées par le marché privé (NELSON, 1959 ; ARROW, 1962 ; FREEMAN, 1982).

L'État a donc pris une part active dans le financement de la science et de la technologie. On pense tout de suite au financement de la recherche universitaire du côté scientifique puis aux programmes d'aide à l'entreprise du côté technologique.

Depuis dix ans cependant, les facteurs de succès scientifique et technologique sont mieux compris. On sait maintenant que **la relation science/technologie est moins linéaire qu'on le croyait** (KLINE et ROSENBERG, 1986 ; Conseil économique du Canada, 1983) : on ne passe pas nécessairement de la recherche fondamentale à la recherche appliquée, puis à la diffusion, ou du moins pas sans obstacles sérieux.

Cette nouvelle façon de concevoir la science et la technologie a plusieurs conséquences sur les politiques gouvernementales. Elle appelle surtout un élargissement de la notion de science et de technologie. On ne peut plus concevoir des politiques scientifiques et technologiques axées exclusivement sur la RD. On ne peut plus concevoir des politiques scientifiques et technologiques indépendamment des politiques économiques et industrielles.

1. LA RELATION ENTRE SCIENCE ET TECHNOLOGIE N'EST PAS LINÉAIRE

On représente habituellement le processus d'innovation comme un continuum allant de la recherche fondamentale au développement expérimental (OCDE, 1981).

recherche fondamentale → recherche appliquée → développement expérimental

C'est ce que l'on appelle la théorie du « science-push » : l'innovation est mue par les découvertes fondamentales (ROSENBERG, 1974), découvertes qui sont ensuite appliquées.

À l'opposé de cette façon de concevoir l'innovation, la théorie de « demand-pull » pose que c'est la demande plutôt que la recherche (offre) qui est déterminante dans le processus (SCHMOOKLER, 1966) : l'identification d'un marché potentiel est le facteur discriminant dans la décision d'une entreprise de développer une technologie.

Plusieurs études ont tenté de démontrer laquelle de la science ou de la demande était prédominante. Ces tentatives ont été critiquées par MOWERY et ROSENBERG qui ont montré qu'il fallait distinguer entre demande de marché et besoins. Toute innovation est mue par la recherche, ce qui ne veut pas dire que la demande de marché soit suffisante pour rentabiliser cette invention (MOWERY et ROSENBERG, 1979).

Les tentatives les plus intéressantes pour relier offre (science) et demande sont celles de NELSON et WINTER (1977) et de DOSI (1982) où offre et demande interagissent l'une sur l'autre : la science fournit un bassin de possibilités technologiques, dont seules certaines seront développées selon leur potentiel économique (et certains obstacles sociaux et institutionnels).

On peut maintenant lever une première hypothèque du schéma classique de l'innovation. Ce schéma prétend en fait que la technologie, en tant que recherche appliquée, découle entièrement et est nécessairement précédée de recherche fondamentale.

En fait, la recherche fondamentale étant principalement menée dans le milieu universitaire, il existe une étape intermédiaire très importante qui est celle du transfert des connaissances. Ce transfert peut se faire de façon informelle ou plus formelle. De façon informelle grâce à l'engagement par les entreprises d'étudiants nouvellement formés, à la création d'entreprises universitaires ou, comme l'a montré ALLEN, par les contacts et communications entre scientifiques (ALLEN, 1966). De façon plus formelle, grâce à une foule de relations universités-entreprises (MAXWELL et CURRIE, 1984).

Mais la technologie dépend-elle réellement de la recherche fondamentale ? Selon certains auteurs, le schéma « recherche fondamentale → recherche appliquée » serait valable dans le cas de nouveaux domaines scientifiques ; il l'est beaucoup moins dans le cas de disciplines plus matures (WEINGART, 1978 ; BOHME, 1978). Une nouvelle science relève d'abord de la recherche fondamentale.

Quant à la technologie, certains prétendent qu'elle est relativement autonome : elle relève de l'ingénierie en grande partie et ne fait appel qu'indirectement à la science fondamentale dans la mesure où cette dernière est incorporée dans le savoir-faire (PAVITT, 1987 ; LAYTON, 1974 ; FEIBLEMAN, 1961). Sans oublier que la technologie influence elle-même la science (ROSENBERG, 1982 ; DE SOLA PRICE, 1984).

Il existe une deuxième hypothèque qu'il nous faut éliminer. On prétend qu'une fois la recherche (invention) et l'innovation (commercialisation de l'invention) réalisées, la technologie ainsi développée est diffusée et utilisée. Le schéma classique appliquée à ce modèle est le suivant :

invention → innovation → diffusion

En réalité, le schéma devrait être complexifié. Le succès d'une innovation ne dépend pas que de l'application technique d'une invention. L'innovation est un processus de commercialisation où, par exemple, le marketing est un facteur aussi important que la recherche dans le succès d'un produit (MAIDIQUE et ZIRGER, 1985).

Il en va de même pour la diffusion : le seul fait qu'un produit soit commercialisé ne suffit pas à sa pénétration dans l'ensemble de l'économie. Différents facteurs sont ici en cause qui viennent freiner cette diffusion. Ainsi, on a montré que les PME sont moins informatisées que les plus grandes entreprises (Conseil économique du Canada, 1987) et que les régions sont souvent laissées pour compte tant dans la production que l'utilisation des technologies (OAKEY et al., 1982).

En résumé, il n'existerait pas de relations strictement linéaires allant de la recherche fondamentale à la recherche

appliquée puis au développement expérimental et à la diffusion. L'innovation est un **processus** qui :

1) dépend d'un ensemble de facteurs non seulement techniques mais aussi économiques, sociaux, culturels, politiques et organisationnels ;

2) se développe grâce à des rétroactions incessantes entre les éléments du schéma classique, au point où tous doivent être menés en parallèle plutôt que chronologiquement, et ;

3) où la technologie possède une dynamique qui, sans être déliée de la recherche fondamentale, lui est propre.

On ne pourrait terminer cette démystification du processus linéaire de l'innovation sans relativiser l'importance du phénomène technologique lui-même dans l'économie. Il est maintenant évident que la technologie est un moteur important de la croissance économique (SOLOW, 1957). Cette constatation est particulièrement vraie pour les hautes technologies qui possèdent entre autres un fort potentiel d'exportation (OCDE, 1986a).

Cependant, en termes d'emplois et d'entreprises, les hautes technologies sont moins importantes que ne le laissent croire les discours (RICHE, 1983). Il y a tout lieu de croire que l'impact majeur des technologies ne se situe pas dans leur production mais dans leur utilisation (SCHERER, 1982).

2. DES POLITIQUES SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES AUX POLITIQUES ÉCONOMIQUES ET INDUSTRIELLES

On peut regrouper sous deux grandes catégories les politiques scientifiques : celles relatives à la science et celles relatives à la technologie (TISDELL, 1981 ; PAVITT et WALKER, 1976). Dans la première, on retrouve les infrastructures d'enseignement ainsi que le financement de la recherche universitaire. Dans la seconde, on distingue l'aide à la RD industrielle (brevets, subventions gouvernementales) et l'aide à la diffusion (amortissement des investissements, subventions gouvernementales).

TABLEAU 1

Politiques scientifiques et technologiques

POLITIQUES SCIENTIFIQUES	POLITIQUES TECHNOLOGIQUES
– Éducation – Recherche	– Innovation (RD) – Diffusion – Modernisation

L'évaluation des politiques scientifiques et technologiques est une tâche difficile (BROCKHOFF, 1983) qui n'a pas encore aujourd'hui livré de conclusions évidentes. On trouvera une bonne synthèse de cette littérature sur les programmes de la science dans un document récent de l'Office of Technology Assessment (OTA), *« Research Funding as an Investment : Can we Measure the Return »* (1986). Quant aux programmes technologiques, on renvoie le lecteur au texte de R. LANDRY, *« La science politique et les politiques technologiques »* (1987), publié par le Conseil de la science et de la technologie du Québec (CSTQ).

Nous avons essayé, dans le cadre du présent travail, de poser un regard critique sur ces politiques. Nous avons d'abord situé les politiques scientifiques et technologiques dans le schéma traditionnel sur lequel elles sont habituellement justifiées (recherche fondamentale - recherche appliquée - développement - diffusion). À partir des écarts entre ce schéma traditionnel et les corrections que nous y avons apportées dans la section précédente, nous avons pu indiquer les orientations que privilégient ou négligent actuellement les politiques scientifiques et technologiques.

Il nous est apparu que la cible privilégiée des politiques gouvernementales était la RD plutôt que l'ensemble du processus d'innovation. Ainsi, en matière de RD, les subventions gouvernementales étaient, jusqu'à récemment, très peu sélectives (proposition 1). Il nous est également apparu que les subventions à la RD ne tenaient pas compte des problèmes globaux de l'entreprise (proposition 2) et encore moins de la diffusion et de l'adoption (proposition 3).

En résumé, il nous semble que les politiques scientifiques et technologiques sont encore mal intégrées aux politiques économiques et industrielles (proposition 4) et répondent mal aux nouvelles exigences de la complexité croissante de la science et de la technologie (proposition 5).

Proposition 1 : Il ne suffit pas de subventionner la RD mais de choisir ses créneaux

L'innovation ne dépend pas que de la recherche fondamentale puis de la recherche appliquée. Elle relève de plus en plus d'un type de recherche qu'on appelle stratégique (NELSON, 1982 ; IRVINE et MARTIN, 1984).

TABLEAU 2

Typologie de la recherche

Nature de la recherche et du développement		Principaux exécutants
Recherche fondamentale : Recherche originale visant principalement à acquérir une meilleure connaissance (compréhension des questions à l'étude).	**Recherche pure :** Recherche fondamentale réalisée sans égard à quelque intérêt à long terme (social ou économique) autre que l'avancement des connaissances, et sans tentative concrète pour appliquer les résultats à des problèmes pratiques ou pour les transmettre aux secteurs responsables.	Constitue normalement (avec l'enseignement) la principale fonction du centre de recherche universitaire.
	Recherche stratégique : Recherche fondamentale réalisée dans l'espoir d'en tirer un vaste ensemble de connaissances qui permettra de trouver la solution à des questions d'ordre pratique, actuelles ou éventuelles.	Réalisée dans les universités et dans les laboratoires gouvernementaux, ainsi que dans la plupart des principales entreprises liées au domaine scientifique (celles-ci y consacrent un maximum de 5 à 10 % de leur budget de recherche et de développement).
Recherche appliquée ou tactique : Recherche originale visant l'acquisition de connaissances nouvelles et orientée principalement vers des buts ou objectifs pratiques (ex. : déterminer les usages possibles des résultats de recherches fondamentales ou résoudre des problèmes déjà reconnus).		Effectuée principalement par l'industrie et les laboratoires d'organismes gouvernementaux chargés d'une mission précise, mais aussi (à forfait ou dans le cadre de programmes de recherche à objectif précis) au sein des centres de recherche universitaire.
Développement expérimental : Travail systématique effectué à partir des connaissances acquises par le biais de la recherche ou de l'expérience pratique. Cette activité est axée sur la réalisation de matériel, produits, appareils, services, méthodes ou systèmes nouveaux ou améliorés (y compris la conception et la mise au point de prototypes et de procédés).		Réalisée en très grande partie dans l'industrie (les entreprises y consacrant entre 80 et 90 % de leur budget de recherche et de développement) et au sein des organismes gouvernementaux chargés d'une mission précise (souvent l'État est aussi le principal acheteur du produit final, tel le matériel militaire de pointe).

Source : IRVINE et MARTIN, 1984

La recherche stratégique est une recherche fondamentale qui, plutôt que d'être pure et désintéressée, est réalisée dans le but de développer de nouvelles technologies. Ce type de recherche porte sur des technologies génériques ou de base, c'est-à-dire des technologies-clés « qui exercent des effets importants sur l'ensemble de l'économie et dont la maîtrise est déterminante pour la croissance, la compétitivité et l'indépendance stratégique » (CHESNAIS, 1986). Parmi ces technologies, on retrouve notamment les technologies de l'information, les biotechnologies et les matériaux composites (STEED et TIFFIN, 1986).

Ces technologies n'en sont pas toutes au même stade de développement (cycle de vie). Certaines, comme les biotechnologies, dépendent encore fortement de la recherche fondamentale comme en font foi le peu de produits commercialisés à ce jour et le projet de recherche visant à codifier le génome humain au coût de 3 milliards de dollars. D'autres, telles les technologies de l'information, sont déjà largement diffusées dans l'économie (FREEMAN, 1987a). Dans tous les cas cependant, la recherche stratégique est déterminante.

Une politique scientifique et technologique qui voudrait tenir compte de cette nouvelle réalité devrait :

1) s'assurer de bien évaluer ses forces et faiblesses relativement à chacune de ces technologies et procéder à des évaluations prospectives (technology assessment) de ces technologies. C'est le rôle qu'assume l'Office of Technology Assessment (OTA) aux États-Unis mais que ne

remplit pas le Conseil de la science et de la technologie du Québec (CSTQ) ;

2) sélectionner les créneaux les plus prometteurs et ce, particulièrement dans le cas des petits pays à ressources limitées (WALSCH, 1987 ; The Technology Atlas Team, 1987 ; STEED, 1982). C'est là l'orientation, encore très partielle il faut l'avouer, qu'ont prise le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science (MESS) dans le cadre des actions structurantes et l'Ontario avec ses centres d'excellence. C'est aussi la voie que veut privilégier le ministère du Commerce extérieur et du Développement technologique (MCEDT) en procédant à la création de cinq consortiums de recherche précompétitive au Québec. C'est enfin la stratégie retenue par Innovaction, la stratégie fédérale en matière de science et de technologie.

Ces créneaux ne doivent cependant pas atrophier la recherche dite moins prioritaire. Ainsi, certains auteurs ont montré qu'une technologie particulière exige des compétences dans un éventail beaucoup plus large d'industries (PAVITT, 1976). De là l'importance du financement universitaire de base, des organismes subventionnaires de recherche et des mesures fiscales à la RD. Ces mesures se veulent générales et non sélectives, et la dernière a souvent été critiquée pour cette raison (SWITZER, 1985 ; WOODSIDE, 1979).

Cependant, même dans le cas de ces mesures non sélectives, les gouvernements y ont établi une certaine forme de sélectivité destinée à favoriser le transfert université-entreprise. Qu'on pense à la politique fédérale de contrepartie, à la nouvelle politique des centres de recherche fédéraux, et aux récentes mesures du Québec accordant des crédits d'impôt à la RD en collaboration. Toutes ces mesures exigent l'association des industries avec les universités.

Ces mesures sont ce que l'on peut appeler des incitatifs qui visent à orienter les décisions des acteurs dans une direction déterminée (LANDRY, 1987), en l'occurrence ici en faveur du marché. **La principale limite que nous y voyons c'est que cette sélectivité est trop souvent mise en place sans qu'on ait procédé à des prospectives technologiques ou à tout le moins à des évaluations de ses forces et faiblesses.** De là la menace qu'elle pose à certains domaines de recherche, jugés non prioritaires a priori.

Proposition 2 : Il ne suffit pas de subventionner la RD mais de tenir compte des problèmes globaux de l'entreprise

L'innovation ne dépend pas que de la recherche fondamentale, puis de la recherche appliquée, mais aussi d'une foule de facteurs relatifs à l'organisation de l'entreprise (National Science Foundation, 1983 ; FREEMAN, 1982 ; ROBERTS, 1988). On pense tout de suite à la gestion de l'entreprise (management), au financement et au marketing.

Une innovation peut souvent être promise à des succès commerciaux, mais si l'entreprise n'a pas le financement nécessaire pour la développer, ni les capacités de commercialisation pour la mettre sur le marché, cette innovation demeurera au stade de l'invention. À moins d'être récupérée par une entreprise plus solide. C'est d'ailleurs souvent ce qui se produit, particulièrement dans le cas des PME.

À titre d'exemple, prenons l'industrie des semi-conducteurs et de l'électronique. Au début des années 1960, les PME représentent 60 % du marché (TILTON, 1971). Cependant, sur 250 PME qui se créeront entre 1960 et 1969 dans la Silicon Valley, on n'en retrouve plus que 30,8 % en 1980. Les autres ont fait faillite (36,8 %) ou ont été acquises par d'autres entreprises (32,8 %) (BRUNO et COOPER, 1982).

Il est reconnu que les PME sont plus innovatrices que les grandes entreprises, particulièrement aux premiers stades du développement d'un nouveau produit (ROTHWELL et ZEGVELD, 1982). Cependant, leur principal problème relève de la commercialisation. Comme le note pertinemment TEECE, ce qui fait défaut aux PME, c'est un réseau de production, distribution, marketing et service (TEECE, 1986).

Dans une large mesure, les politiques scientifiques et technologiques, en se concentrant sur la RD, négligent plusieurs problèmes fondamentaux des entreprises. Timidement, quelques programmes sont mis en place pour répondre aux besoins de gestion des entreprises, aux problèmes de qualité et de design, de marketing, de financement d'entreprise et de capital-risque.

Pour la plupart, ces programmes sont souvent très modestes financièrement. Mais là n'est pas leur seule limite. La lacune principale de ces programmes est que la relation qui s'établit en est une de gouvernement à entreprise plutôt qu'entre les entreprises elles-mêmes. En ce sens, **ces programmes ne concourrent pas à structurer un système technique.** Les relations entre des fournisseurs de capital et les entreprises dans le besoin ne sont pas stimulées. La mise en commun de ressources complémentaires entre deux ou plusieurs entreprises n'est pas favorisée. On sait qu'au Canada le « système technique » est très mal intégré en raison d'une structure industrielle dominée par les multinationales (BRITTON et GILMOUR, 1980) et de la petitesse du marché (STEED, 1982). Au Québec, DEBRESSON a également montré le peu de relations industrielles entre fournisseurs et utilisateurs (DEBRESSON, 1986).

Les politiques qui ont cet effet de développer le système technique sont celles qui incitent les entreprises à établir de nouvelles relations entre elles. À cet égard, des politiques à

privilégier sont celles qui favorisent les quatre formes de collaboration suivantes entre les entreprises :

1) accords de licences ;

2) prises de participation ou capital-risque ;

3) entreprises communes (joint ventures) ;

4) consortiums.

Ces ententes peuvent exiger une plus ou moins grande implication des partenaires selon qu'elles couvrent le financement seulement et/ou le « management » (ROBERTS, 1980).

L'achat de technologie et les accords de licences sont aujourd'hui les véhicules privilégiés pour le transfert de technologie entre entreprises (brevets, marque de commerce, droits d'auteur, secrets commerciaux). Même s'il demande beaucoup de vigilance, ce type d'ententes demande malgré tout peu de collaboration soutenue entre les entreprises.

Les gouvernements aident à la conclusion de tels accords notamment en fournissant de l'information (guides, banques de brevets), en subventionnant des ententes de collaboration, ou en assistant les entreprises grâce à des programmes de promotion des échanges avec l'étranger.

Un deuxième type d'entente est celui où une entreprise investit du capital-risque dans une seconde entreprise. C'est un outil très populaire pour les PME en haute technologie, particulièrement en biotechnologie (Office of Technology Assessment, 1984a) et en technologie de l'information (OCDE, 1985b). Ce type d'entente est très exigeant en ce sens que l'investisseur s'attend à ce que l'entreprise bénéficiaire livre assez tôt le fruit des recherches pour lesquelles il a investi. Pour pallier ces difficultés, les gouvernements ont donc créé des entreprises publiques de capital-risque ou adopté des mesures fiscales appropriées.

Les deux derniers types d'entente se veulent des réponses au problème de la complexité croissante de la technologie. Une entreprise partage dans ce cas l'incertitude et le risque technologique avec une autre entreprise (FUSFELD, 1986).

L'entreprise commune, souvent dénommée joint venture ou alliance stratégique, est une entente de collaboration entre deux ou trois entreprises qui intègrent certaines activités spécifiques sur le plan fonctionnel (OCDE, 1986c). Ces activités peuvent être des activités de recherche ou des activités de production/commercialisation. Ces ententes se réalisent souvent entre grandes entreprises, mais de plus en plus entre une grande entreprise et une PME : la grande entreprise vient y chercher de l'expertise technologique et la PME s'assure d'une force de production, distribution, marketing et service (TEECE, 1986).

Les entreprises communes ont pris un essor depuis le début des années 1970. On estime que la moitié des entreprises dont les ventes dépassent 100 $ millions annuellement sont engagées dans une entreprise commune (BOZEMAN et LINK, 1985).

Dernier type d'entente de collaboration, le consortium est un regroupement de plusieurs entreprises avec des objectifs de recherche à long terme. Le plus connu de ces consortiums est la Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC) qui regroupe 21 compagnies américaines qui se sont engagées à investir 700 000 $ chacune annuellement sur dix ans en recherche informatique (PECK, 1986). Un autre consortium important en télécommunications est la Corporation for Open Society (COS), créée récemment (DAVIS, 1986). Enfin, le gouvernement américain vient de soutenir financièrement la création d'un consortium sur les semi-conducteurs pour faire face à la menace japonaise (SANGER, 1987a, 1987b).

Au Canada on retrouve, dans le domaine des technologies de l'information par exemple, la Société canadienne de micro-électronique (1984) et deux consortiums en technologie de l'information : un consortium de conception de circuits électroniques fondé par trois compagnies de Vancouver (1987) et un autre en recherche sur l'intelligence artificielle et la robotisation (1987) dont font partie 22 compagnies privées et organismes publics.

On estime qu'aux États-Unis, il existe 59 consortiums et organismes de recherche industrielle collective. En 1984, ces organismes ont réalisé 1,6 milliard de dollars de RD (FUSFELD et HACKLISH, 1985).

Il va de soi qu'à elles seules, ces ententes de collaboration ne sauraient constituer un substitut valable à la RD autonome (MOWERY, 1983a). Une entreprise ne peut faire l'économie de mener sa propre RD si ce n'est que pour bien exploiter la recherche en collaboration. MEYER-KRAHMER a ainsi montré que les entreprises qui profitent le plus des programmes gouvernementaux de transfert technologique sont celles qui font déjà de la RD (MEYER-KRAHMER, 1987). Cependant, ces ententes répondent, comme nous le verrons plus loin, à certaines exigences de la science et de la technologie modernes.

Les quatre types d'ententes de collaboration que nous venons de décrire relèvent du domaine privé. Il en existe d'autres, qu'on pense à la sous-traitance, aux relations d'achat entre entreprises et aux « spin-off » (GARVIN, 1983). L'État s'est cependant intéressé lui aussi à la recherche « collective » (CHAPMAN WOOD, 1988 ; SHARP, 1987 ; KENNEY, 1986 ; WEBBER, 1986 ; ARNOLD et GUY, 1986 ; FONG, 1986) :

1) en favorisant les relations université-entreprise ;

2) en créant des centres de recherche spécialisés qui allient des partenaires publics et privés ;

3) en mettant sur pied des programmes de recherche précompétitive incitant les entreprises à collaborer ; qu'on pense aux programmes du Japon, à ESPRIT en Europe et à Innovaction au Canada.

Quelle est la situation du Québec relativement à ces formes de collaboration entre entreprises ? Le gouvernement proposait en 1974, dans son livre blanc sur les investissements, l'association des entreprises québécoises aux compagnies étrangères en sol québécois (Conseil exécutif, 1974). Ces associations avaient pour principal objectif le contrôle québécois des ressources naturelles. Plus récemment, dans le cadre de la déréglementation du système financier, le gouvernement libéral avouait publiquement son intention de favoriser la constitution de « mammouths financiers » (*Le Devoir*, 15 octobre 1987).

On est loin cependant des quatre formes de collaboration suggérées ici en matière de RD. Les entreprises québécoises ont encore peu recours aux licences (Ministère délégué à la PME, 1987) ; le capital-risque est à peine en voie de se rendre plus disponible, tout comme dans l'ensemble du Canada d'ailleurs (FELLS, 1984 ; Conseil des sciences du Canada, 1985) ; les joint ventures sont encore peu nombreux, et les consortiums encore moins (PAPRICAN et CRIM).

Proposition 3 : Il ne suffit pas de subventionner la RD mais de faciliter sa diffusion

L'innovation ne dépend pas que de la recherche fondamentale puis de la recherche appliquée, mais de l'utilisation qu'on fait de cette innovation. Une innovation qui n'a pas d'acheteur est évidemment vouée à l'échec. Les cas du vidéotex grand public et d'autres technologies de communication sont éloquents à cet égard (HALL, 1985 ; CAREY et MOSS, 1985). Cette constatation peut paraître triviale mais elle a beaucoup de conséquences pour les politiques.

L'adoption d'une innovation par une entreprise dépend d'une foule de facteurs allant des coûts de la technologie elle-même aux obstacles posés par le milieu de travail (BRESSANT, 1982 ; CHAKRABARTI et SOUDER, 1984). L'ensemble de ces facteurs concourt à rendre l'adoption de technologies très inégale. Ainsi, les PME sont-elles moins informatisées que les plus grandes entreprises (Conseil économique du Canada, 1987). De plus, il a été démontré qu'il existait un décalage de sept à neuf ans dans l'adoption de nouveaux produits et procédés au Canada (McMULLEN, 1982).

Le même phénomène d'inégalité joue également au niveau des régions. Les nouveaux produits ont une moins bonne diffusion en régions que dans les grands centres (OAKEY et al., 1982 ; Conseil économique du Canada, 1979). De plus, on ne peut oublier que les régions elles-mêmes participent peu à la production de nouvelles technologies, les entreprises ayant tendance à concentrer leurs activités de RD dans les grands centres urbains (MALECKI, 1987 ; Office of Technology Assessment, 1984b).

On reconnaît aujourd'hui que les bénéfices de l'innovation se situent davantage au niveau de son adoption (utilisateur) que de sa production (fournisseur). Ainsi, plusieurs auteurs ont montré que les gains de productivité se situaient au niveau des industries utilisatrices de nouvelles technologies davantage que chez les industries productrices (SCHERER, 1982 ; PAVITT, 1984 ; ROBSON et al., 1988 ; POSNER et WESA, 1983 ; SÉGUIN-DULUDE, 1982).

La première mesure gouvernementale mise en place pour faciliter la diffusion est l'amortissement accéléré pour l'achat d'équipements dans les entreprises. On retrouve ensuite les aides gouvernementales à la modernisation et les programmes spécifiques d'aide à l'informatisation et à l'automatisation (VICKERY, 1987). Enfin, une foule de mesures plus générales, tels les centres de recherche d'innovation, ont des effets directs sur la diffusion (MILLINGTON et VAN RUSKENVELD, 1986).

Ces programmes ne sauraient être suffisants cependant. Ils sont bien sûr très coûteux, mais ils représentent malgré tout un effort très minime des gouvernements en comparaison des sommes qui sont investies pour les programmes d'aide à la RD. En réalité, **ces politiques oublient que les utilisateurs de technologies ne doivent pas être que des acheteurs.** Une technologie sera d'autant mieux diffusée qu'elle répondra aux besoins des utilisateurs. Il faut donc mettre en relation les producteurs et les utilisateurs.

C'est une tâche qui incombe d'abord aux producteurs : s'assurer que l'innovation répond à un besoin. Cependant, les gouvernements peuvent faciliter cette interaction de deux façons : transfert technologique entre entreprises et développement de nouvelles applications.

Une politique encore peu favorisée est celle du transfert technologique entre entreprises. On reconnaît ici l'apport important que représentent l'achat, l'adaptation et l'imitation de technologies étrangères (MEST, 1987c). Puisque c'est l'adoption qui est déterminante dans le succès technologique, l'origine (production) nationale ou étrangère a peu d'importance.

Favoriser les transferts de technologies entre entreprises étrangères et entreprises autochtones soulève cependant des difficultés. D'abord, au niveau de la vulnérabilité commerciale et de la dépendance technologique vis-à-vis de l'étranger (REICH et MANKIN, 1986). Mais surtout, on ne peut adopter des technologies étrangères pour les adapter que si l'industrie nationale possède une base minimale de savoir-faire ou de RD autochtone (PERRIN, 1983 ; TEECE, 1977). Ainsi, OSHAWA a montré que le Japon n'a su importer tant de technologies étrangères que parce que ses propres entreprises faisaient elles-mêmes de la RD (OSHAWA, 1984).

Néanmoins, comme dans toute chose, c'est l'équilibre entre la production de RD autochtone et l'adoption de technologies étrangères qui correspond à une politique appropriée. À cet égard, il y a lieu pour les gouvernements de stimuler davantage qu'ils ne le font actuellement les ententes de collaboration précédemment suggérées, mais cette fois-ci entre entreprises nationales et étrangères. On pense surtout aux accords de licence, particulièrement négligés par les PME (LOWE et CRAWFORD, 1984), et à la sous-traitance.

Un deuxième moyen de favoriser la diffusion est d'aider le développement de nouvelles applications des technologies existantes. À titre d'exemple, le tableau suivant nous livre un éventail très large d'applications possibles des technologies de l'information (Office of Technology Assessment, 1985). À part l'aide à la RD, les gouvernements possèdent ici deux moyens de réaliser cet objectif: les marchés publics et le développement régional. Ces deux mesures font l'objet des pages qui suivent.

TABLEAU 3

Applications des technologies de l'information

Fonction	Domaine d'application *	Technologies représentatives
Acquisition de données	Prévisions météorologiques	Systèmes radars, détecteurs d'objets (à infrarouge), radiomètres
	Diagnostic médical	Scanographes, caméras à ultrasons
Entrée de données	Traitement de texte	Claviers, écrans tactiles
	Automatisation industrielle	Vocodeurs de reconnaissance (pour le contrôle de la qualité)
	Tri de courrier	Lecteurs optiques de caractères
Stockage	Archivage	Mémoire à bulles magnétiques, bandes magnétiques
	Systèmes comptables	Disques souples
	Calcul scientifique	Puces (toujours au stade de la recherche), tores magnétiques ultrarapides
	Cartographie écologique	Mémoires à transfert de charges (à semiconducteurs), vidéodisques
	Bibliothéconomie	Disques rigides
Traitement de l'information	Prestations de sécurité sociale	Unités centrales de traitement, programmes COBOL
	Contrôle de la circulation	Miniordinateurs
	Contrôle d'inventaire (réparti)	Micro-ordinateurs grande puissance partagés, progiciels d'application
	Diagnostic médical	Systèmes « experts »
	Dessin (ingénierie)	Tableurs
	Calculs scientifiques	Ordinateurs géants : processeurs à commandes multiples et à données multiples (MIMD), processeurs vectoriels, processeurs au niveau du mot, programmes FORTRAN
	Cartographie écologique	Processeurs vectoriels, processeurs à mémoire associative
	Automatisation industrielle	Robotique, intelligence artificielle
Communications	Bureautique	Réseaux intérieurs, installations téléphoniques privées (PBX), progiciels éditeur de texte
	Téléconférence	Satellites de communication, fibres optiques
	Répartition de véhicules de secours	Radios cellulaires
	Transactions financières internationales	Protocoles de transfert, codes cryptographiques de données, réseaux numériques intégrés (ISDN)
Sortie et présentation de données	Traitement de texte	Ordinateurs individuels, imprimantes (à impact, à jet d'encre, xérographiques)
	Information de gestion	Terminaux à visuel, graphisme informatique
	Contrôle de la circulation piétonnière	Vocodeurs (synthétiseurs)

* Cette liste n'est pas exhaustive, chacune des technologies en question se prêtant à d'autres applications que celles mentionnées.

Source : Office of Technology Assesment, 1985.

Proposition 4 : Il ne suffit pas d'élaborer une politique scientifique et technologique si elle n'est pas reliée à la politique industrielle et économique

L'innovation ne dépend pas que de la recherche fondamentale puis de la recherche appliquée, mais aussi des conditions économiques et politiques générales.

CHAKRABARTI et SOUDER (1984) ont montré que les facteurs déterminants dans le processus d'innovation d'une entreprise sont ceux sur lesquels les gouvernements ont le moins d'influence. Ceux qu'ils peuvent influencer arrivent aux 14e, 26e, 28e et 29e rangs (tableau 4).

Les deux auteurs concluent qu'au mieux les gouvernements peuvent favoriser l'innovation indirectement : en favorisant un climat propice à l'innovation et en facilitant la disponibilité de capital. Ce sont également les conclusions du rapport du **Groupe de travail sur les politiques et les programmes fédéraux de développement technologique** (1984).

C'est à une notion plus positive des possibilités d'interventions gouvernementales que nous devons, croyons-nous, étendre les conclusions de CHAKRABARTI et SOUDER. Nous avons vu dans les pages précédentes que des étapes importantes du processus d'innovation étaient négligées par les politiques gouvernementales. Il en va de même pour les différentes modalités d'intervention de l'État : **une foule d'actions gouvernementales déjà**

TABLEAU 4

Ordonnancement des facteurs influençant l'innovation

Type *	Nom	Rang
(T)	Complexité technique du projet	1
(O)	Appui stratégique de la haute direction	2
(T)	Complexité de conception	3
(T)	Faible expérimentation (c.-à-d., mesure dans laquelle l'innovation est susceptible d'être expérimentée sur une base restreinte)	4
(P)	Réorientation requise au niveau des méthodes de production et de l'organisation de la production	5
(T)	Absence d'information technique	6
(F)	Rsique financier élevé	7
(M)	Non-disponibilité d'information concernant les coûts à engager pour pénétrer le marché et s'en approprier la part souhaitée	8
(M)	Non-disponibilité d'information concernant les caractéristiques du marché potentiel	9 1/2
(M)	Non-disponiblité d'information concernant le potentiel de vente	9 1/2
(M)	Coût: élevés à engager pour pénétrer le marché et s'en approprier la part souhaitée	11
(F)	Application, par l'entreprise, de critères d'évaluation favorisant une récupération à court plutôt qu'à long terme	12
(O)	Absence de ressources spécialiséss au sein de l'entreprise	13
(G)	Protection du soncommateur et de l'environnement	14
(F)	Méfiance à l'égard des prévisions et estimations internes	15
(T)	Nécessité d'une innovation concomitante	16
(F)	Insuffisance des ressources (humaines et pécuniaires) affectées au projet	17 1/2
(O)	Aucun échange libre ou examen sélectif d'idées et aucun recours à des sources d'information nouvelles	17 1/2
(F)	Non-disponibilité d'information concernant le coût du développement	19 1/2
(M)	Faible probalité de succès sur le marché	19 1/2
(M)	Disproportion de sbuts de l'entreprise (par ex., le amrché visé est trop restreint)	21
(P)	Non-disponibilité d'information concernat le coût de nouvelles installations	22
(O)	Risque élevé que l'échec soit imputé à un individu	23
(O)	Absence d'appui de la part de la haute direction	24
(O)	Menace pesant sur des postes particuliers dans la hiérarchie (postes d'autorité au sein de l'entreprise)	25
(G)	Incertitude concernant la politique réglementaire ou les décisions éventuelles au niveau fédéral	26
(P)	Nécessité d'amortir les installations devenues désuètes par suite de l'innovation	27
(G)	Brevet inadéquat	28
(G)	Complications antitrust sur le plan du marketing	29

* Types de facteurs : T – Technique, O – Organisationnel, P – Production, M – Marketing, F – Financier, G – Gouvernemental

existantes pourraient être davantage orientées en faveur de l'innovation.

Pour mieux comprendre cette hypothèse, il nous faut d'abord reconnaître qu'une politique scientifique et technologique ne saurait être conçue en vase clos. Une politique scientifique et technologique doit être partie d'une politique économique et industrielle plus générale (FREEMAN, 1982 ; ROTHWELL et ZEGVELD, 1985). Les mouvements en ce sens sont déjà perceptibles dans quelques pays. Au Canada on pense, dans une certaine mesure, à la récente création du ministère de l'Industrie, des Sciences et de la Technologie (MIST).

Dans cette lignée, trois types de politiques retiennent de plus en plus l'intérêt des gouvernements : les marchés extérieurs, les marchés publics et les marchés locaux.

Les gouvernements tentent de plus en plus de saisir les opportunités de marchés extérieurs. De la simple désignation de conseillers scientifiques dans les ambassades à l'organisation de missions commerciales, la politique scientifique et technologique voit maintenant plus grand. D'abord l'objet de la politique commerciale, ces efforts sont maintenant poursuivis plus agressivement dans le but d'ouvrir aux entreprises nationales de nouveaux marchés pour leurs produits et technologies. On pense à l'allègement des contrôles sur l'exportation de technologies vers les pays de l'Est (FRANSWORTH, 1988 ; HOUGH, 1988), à la promotion des transferts technologiques avec la Chine (Office of Technology Assessment, 1987), à la libération des frontières entre les pays européens, au libre-échange Canada-États-Unis (Ministère des Affaires extérieures, 1987), au soutien aux grandes entreprises (Report of the Premier's Council, 1988) et à la coopération technique entre le Québec et l'Ontario (*Le Devoir*, 18 février 1988).

Les marchés publics sont un deuxième type de marché qui mérite d'être exploité. Encore fortement négligée, la politique d'achat est, selon NELSON (1983) et ROTHWELL et ZEGVELD (1981), la politique gouvernementale la plus efficace en faveur de l'innovation. C'est en étant lui-même acheteur de technologie, et en associant l'entreprise aux projets gouvernementaux de développement technologique et de développement de nouveaux services que le gouvernement stimule l'innovation. Le cas du militaire et de l'électronique est assez patent (NELSON, 1982 ; SCHNEE, 1978 ; MALERBA, 1985 ; MOWERY, 1983b ; DICKSON, 1983) de même que celui du spatial (COHENDET et LEBEAU, 1987). Il en va de même pour la modernisation du système téléphonique du gouvernement américain (SIMS, 1987). Au Canada, le ministère des Communications entend également s'engager dans cette voie en identifiant, en collaboration avec l'industrie, les futurs besoins des secteurs de la santé et de l'éducation relativement aux technologies de l'information (Ministère des Communications du Canada, 1987).

On peut facilement ajouter à ces marchés ceux issus de la définition de normes technologiques (TASSEY, 1982) et de la réglementation. Loin de n'être que des coûts pour les entreprises, la réglementation peut stimuler l'innovation. Qu'on pense à l'industrie automobile et aux technologies de dépollution.

Il existe un troisième type de marché dont les opportunités, bien exploitées, stimulent l'innovation. Il s'agit des marchés locaux.

Les politiques de développement régional ont cet effet de créer des marchés locaux, marchés essentiels à l'innovation. Une technologie sera d'autant mieux reçue qu'elle répondra aux besoins spécifiques d'une région. Une technologie répondra d'autant mieux à ces besoins qu'elle sera locale. Une technologie sera d'autant mieux exportable qu'elle aura réussi les tests d'un premier marché local.

Les gouvernements commencent à peine à reconnaître l'importance des technologies pour le développement des régions. Les politiques visant la diffusion des nouvelles technologies en régions ou la production de nouvelles technologies, grâce à la création d'entreprises en régions, sont encore embryonnaires, ces dernières étant davantage convoitées parce que les nouvelles entreprises technologiques sont un phénomène local par excellence (ROTHWELL et ZEGVELD, 1985).

Forts de l'expérience de Silicon Valley et de la Route 128 à Boston (DORFMAN, 1983 ; HALL et MARKUSEN, 1985), les gouvernements tentent actuellement de recréer des régions de haute technologie. Il s'agit de créer des agglomérations où infrastructures de recherche et entreprises sont en synergie. Ces efforts vont du simple incubateur industriel au parc scientifique et technologique puis au technopôle (LICHFIELD, 1987 ; WORTINGTON, 1982).

Certains auteurs ont minimisé ces expériences, généralement sur la base d'arguments plus ou moins idéologiques (MILLER et CÔTÉ, 1987). En fait, ces expériences doivent être considérées comme des éléments partiels, mais des éléments pertinents tout de même, d'une politique scientifique et technologique sans qu'ils soient pour autant suffisants.

Dans le cadre d'une politique de développement régional, priorité devrait être accordée au développement des ressources spécifiques des régions. C'est là l'essence de la réforme des programmes du ministère de l'Expansion industrielle régionale (MEIR) avec la création d'agences autonomes de développement régional.

Au Québec, les régions sont responsables de 35 % des innovations québécoises (DEBRESSON, 1986). Certaines ont une structure de RD assez bien développée dans plusieurs secteurs comme l'ont montré les bilans du Conseil de la science et de la technologie du Québec (CSTQ). Une politique scientifique et technologique devrait miser sur ces atouts (Office de planification et de développement du Québec, 1987).

Tous ces nouveaux éléments de politique, marchés extérieurs, marchés publics et marchés locaux, font appel à la coordination de plusieurs politiques, autrefois distinctes, mais de plus en plus interreliées : politique commerciale, politique économique et industrielle, politique scientifique et technologique.

Il semblerait qu'un facteur déterminant pour l'intégration cohérente de ces politiques soit les structures administratives et politiques elles-mêmes. On a souvent cité en exemple les problèmes de la politique scientifique et technologique européenne (BRICKMAN, 1977). Plus près de nous, le Conseil de la science et de la technologie du Québec (CSTQ) a relevé que, depuis quinze ans, huit modifications majeures sont survenues dans les structures relatives à la science et à la technologie (Conseil de la science et de la technologie du Québec, 1986). Le problème serait similaire en France (SALOMON, 1986).

Si, à la profusion des programmes dans laquelle doit se démêler l'entreprise, on bouleverse continuellement les structures politiques, c'est la crédibilité de la politique scientifique et technologique elle-même qui en souffre (LEISS, 1988).

Ces problèmes ne sont évidemment pas étrangers au problème plus général du partage des responsabilités entre ministères horizontaux et verticaux (AUCOIN et FRENCH, 1974). Une solution intéressante, dont il est encore trop tôt pour évaluer les résultats, semble être la création d'une organisme de coordination directement relié au Premier ministre (Conseil de la science et de la technologie du Québec, 1986). C'est le pari qu'à fait le gouvernement Mulroney en créant, en février 1987, un Conseil consultatif qu'il préside.

Proposition 5 : La politique scientifique et technologique doit s'adapter aux nouvelles exigences de complexité et d'internationalisation

En filigrane de l'analyse des politiques que nous venons d'esquisser, de façon très générale il faut bien l'avouer, se dessinent de nouvelles exigences auxquelles devront répondre, tôt ou tard, les politiques scientifiques et technologiques. À notre avis, trois de celles-ci méritent une attention particulière de la part des pouvoirs publics.

La tendance la plus lourde est sans contredit la complexité sans cesse croissante de la science et de la technologie. Déjà en 1963, DE SOLA PRICE avait identifié une croissance logarithmique du progrès scientifique (DE SOLA PRICE, 1963). Quinze ans plus tard, le philosophe RESCHER (1978) confirmait la tendance et définissait cette complexité par deux caractéristiques : pluridisciplinarité de la recherche, coûts de la recherche.

Cette complexité a plusieurs conséquences pour l'entreprise : elle exige une masse critique de chercheurs sans laquelle aucun progrès n'est envisageable. On est donc passé du chercheur individuel, comme agent du progrès, aux laboratoires de recherche industriels (FREEMAN, 1982). Le saut suivant à réaliser, selon FUSFELD, est la collaboration entre laboratoires industriels, c'est-à-dire entre les entreprises (FUSFELD, 1986).

Parallèlement à cette première tendance de la science et de la technologie modernes, on assiste en même temps à la mondialisation et à la globalisation de l'économie (BORNER, 1986 ; LINK et TASSEY, 1987 ; GUILE et BROOKS, 1987 ; STOLERU, 1987). Les conséquences pour les entreprises sont immédiates : il faut être très bien armé pour percer sur les marchés mondiaux et bien souvent accepter de s'associer à des partenaires étrangers à cette fin.

Ces deux tendances, complexité de la science et de la technologie et internationalisation de l'économie, demanderaient plus d'attention que nous pouvons leur en accorder dans le cadre du présent rapport. Elles sont malgré tout présentes en arrière-plan de toute l'analyse qui précède.

Ces deux tendances semblent s'opposer, à prime abord du moins, à une troisième qui, elle, a déjà retenu notre attention. C'est l'importance des PME dans l'économie. Comment les PME peuvent-elles relever des défis à la mesure de l'économie mondiale ?

Depuis dix ans, ce sont les PME qui ont créé la majorité des emplois (BIRSCH, 1981) et une forte proportion des innovations relativement aux ressources en RD qu'elles investissent (ROTHWELL et ZEGVELD, 1982). Les PME seraient donc proportionnellement plus innovatrices que les grandes entreprises. Ce phénomène serait dû essentiellement aux nouvelles entreprises technologiques (New Technology Based Firms).

L'importance des PME est de plus en plus reconnue par les gouvernements : création de ministères à la PME, fiscalité avantageuse et, dans le cas du Canada, une prochaine politique nationale de l'entrepreneuriat.

Au plan des politiques, quelles sont les conséquences de ces trois tendances récentes ? Essentiellement, elles sont au nombre de deux :

1) les gouvernements doivent favoriser les collaborations entre entreprises ;

2) les gouvernements doivent favoriser les collaborations entre entreprises et universités.

Dans les deux cas, on répond aux exigences de l'internationalisation de l'économie et aux exigences de complexité. Dans les deux cas, les PME devraient attirer l'attention des gouvernements.

Ces politiques ne sont pas exemptes de danger évidemment. Qu'on pense aux possibilités de collusion entre entreprises

et à la concentration de l'économie dans le cas des politiques visant à favoriser la collaboration entre entreprises (Institut de recherche sur les politiques publiques, 1987). Qu'on pense à l'industrialisation de la recherche universitaire dans le cas des politiques de collaboration et de transfert entre entreprises et universités (NEILSON et GAFFIELD, 1986 ; DICKSON, 1984).

Néanmoins, dans un cas comme dans l'autre, des résultats jusqu'ici positifs devraient nous conduire à privilégier ces politiques. Ces avantages sont bien analysés par FUSFELD (1986) en ce qui concerne les collaborations entre entreprises, et par la National Science Foundation (1982), le Conseil des sciences du Canada (1988) et BLUMENTHAL et al. (1986) en ce qui concerne les collaborations entreprises-universités.

Concrètement, ces politiques se traduisent, entre autres, par la mise en place de programmes de financement conjoint (université-entreprise, entreprise-entreprise) et de RD stratégique tels EUREKA, ESPRIT et RACE en Europe et Innovaction au Canada, par la création de centres de recherche mixtes (public-privé), par l'allégement des lois sur la concurrence, etc.

Un facteur de succès déterminant dans ce genre de politiques est la collaboration entre ministères eux-mêmes et entre gouvernements. À cause de l'envergure des ressources financières que ces politiques impliquent, à cause de la pluridisciplinarité et des interrelations entre industries qu'elles supposent, aucun ministère ne saurait faire cavalier seul. C'est peut-être ici le plus grand défi auquel sont conviés les gouvernements.

3. CONCLUSION : LA GAMME DES POSSIBLES GOUVERNEMENTAUX

Nous sommes parti d'un schéma très simple où l'on avait distingué les politiques scientifiques et les politiques technologiques (tableau 1). Nous avons, tout au long des pages précédentes, essayé de faire correspondre les moyens spécifiques de chacune de ces politiques aux étapes du processus d'innovation.

À la lumière de cet exercice, le portrait des politiques s'est beaucoup complexifié :

- des mesures d'aide à la RD d'orientation générale, on est passé à des mesures spécifiques à certains secteurs prioritaires, et à des mesures orientées en faveur des PME ;

- aux mesures d'aide à la RD se sont ajoutées les mesures d'aide à la commercialisation et au transfert technologique.

Inspiré de la grille élaborée par ROTHWELL et ZEGVELD (1981), le tableau suivant tente de schématiser les observations précédentes. On y retrouve les mesures spécifiques d'aide à la science et à la technologie selon deux dimensions : les instruments d'intervention disponibles et les étapes du processus d'innovation.

Quelques orientations générales se dégagent de ce modèle. Nous voudrions principalement en retenir trois.

D'abord, on remarque une tendance très nette à la **« privatisation de la recherche »**. Définie jusqu'à maintenant comme un bien public, la recherche est de plus en plus soumise aux exigences du marché. Qu'on pense aux mesures visant à favoriser le transfert entre les universités et les entreprises. On peut même ajouter que ces politiques allègent les exigences de l'évaluation de la recherche. La recherche pertinente serait celle qui trouve preneur, dès sa conception, dans le marché privé. C'est ce qu'on pourrait appeler une police d'assurance que se donne l'État.

Cette tendance à la privatisation n'est cependant pas que l'œuvre ou la volonté de l'État. L'entreprise elle-même s'engage, comme nous l'avons vu, de plus en plus dans des types de recherche moins appliquée et plus fondamentale. Chez les grandes entreprises canadiennes, 9 % de la recherche serait aujourd'hui de type fondamental (Statistique Canada, 1988). Ces tendances devraient nous conduire à réviser l'idée que la RD est un bien public ou, à tout le moins, à réviser les critères de participation à la production d'un tel bien public par des acteurs privés (AXELROD, 1984 ; TAYLOR, 1987 ; CRENSON, 1987). La RD étant devenue une ressource stratégique, il y a tout lieu de croire que sa réalisation sera de plus en plus assumée par l'entreprise. À cet égard, la diminution de la durée de vie d'un produit et la compétition qu'elle implique, rend moins pertinent l'argument des difficultés d'appropriation privée des résultats de la recherche par l'entreprise privée pour justifier l'intervention de l'État.

Ceci nous amène à une deuxième conclusion. Nous avons déjà constaté une tendance à la **collaboration entre les entreprises.** Il serait même rationnel, dans une certaine limite, de partager ses efforts de recherche avec d'autres entreprises (JACQUEMIN, 1987 ; VON HIPPEL, 1987). La promotion de telles collaborations par l'État est, encore ici, un moyen de diminuer le risque inhérent à son soutien à des projets de RD. Un projet appuyé et mené par plusieurs entreprises a souvent plus de chances de succès et est moins coûteux, socialement, qu'un projet individuel qui exigera, dans le cas des PME, des appuis supplémentaires d'aide à la commercialisation.

Enfin, l'État utilise de plus en plus des **mécanismes d'incitation sélective** : il subventionne de moins en moins les entreprises pour ce qu'elles font déjà que pour ce qu'elles ne font pas mais qu'il est estimé socialement utile de faire.

Ainsi, il a été démontré que les entreprises qui postulaient pour l'obtention de certaines subventions gouvernementales à la RD menaient leur projet à terme même lorsqu'elles se voyaient refuser un soutien financier (CAVES, 1980 ; Ministère de l'Industrie et du Commerce, 1986b). En conséquence, les pouvoirs publics ont internalisé cette constatation en matière de fiscalité : plutôt que d'offrir des crédits d'impôts universels, applicables à toute entreprise qui mène de la RD, les gouvernements incitent les entreprises à mener cette RD en collaboration avec les universités en offrant des crédits d'impôts supplémentaires.

Pour compléter ce portrait des politiques, il faudrait sans nul doute étendre l'analyse que nous avons faite de la RD dans le secteur des biens à celui des services. Nous sommes ici en présence d'un phénomène assez récent, phénomène qui a pour origine essentiellement les nouvelles technologies de l'information (BARRAS, 1986). D'abord utilisées pour améliorer la prestation des services existants, ces technologies conduisent à leur tour à de nouveaux produits, puis à de nouveaux services. Les aides gouvernementales acceptent cependant encore difficilement de qualifier de RD la recherche sur les nouveaux services, tout comme la recherche en sciences sociales et humaines.

L'analyse des politiques mériterait également que l'on s'attarde à la part de **hasard** inhérente à tout phénomène, notamment économique et technologique. Cette notion dépasse, à notre avis, la seule prise en considération du

TABLEAU 5
Typologie des mesures gouvernementales récentes de soutien à la R & D

Étapes du processus d'innovation / Politiques	Invention	Transfert	Innovation			Diffusion
			Création d'entreprises	Recherche et développement	Commercialisation	
1) Entreprises publiques		• privatisation				
2) Scientifiques et techniques	• centres de recherche • subvention à la recherche universitaire	• centres de recherche mixtes • consortiums de recherche • subvention sélectives à la recherche • centres d'excellence		• centres d'innovation • ententes de collaboration entre entreprises		
3) Enseignement	• réforme de l'enseignement (de base et des sciences) • aide financière aux étudiants	• formation professionnelle • financement des clientèles selon des secteurs prioritaires • recyclage de la main d'œuvre				
4) Information	• coopération internationale	• centres et réseaux d'information • services de documentation		• services-conseils	• banques de données	
5) Financement		• échange de personnel entre universités et entreprises	• aide à la création d'entreprises • incubateurs	• subventions, prêts • prises de participation • aide au financement et à la capitalisation (capital-risque)	• aide au design • aide au marketing • aide à la gestion • aide à l'exportation	• aide à la modernisation • aide à l'informatisation • aide à l'adoption de technologie étrangère
6) Fiscalité		• crédits d'impôt pour des projets conjoints université-entreprise	• taux d'imposition privilégié pour les PME	• crédits d'impôts à la RD		• amortissement
7) Réglementation				• déréglementation • normes, standards • lois sur la concurrence • brevets		
8) Politiques				• politiques nationales en sciences et technologies • "technology assessment" • choix de créneaux • structures politiques		• développement régional • parcs technologiques • technopôles
9) Marchés publics				• achats publics et para-publics • impartition		
10) Marchés extérieurs (politique commerciale et extérieure				• conseillers scientifiques • accords de collaboration	• accords commerciaux • accords tarifaires • réseaux de vente • libre-échange • délégués commerciaux • missions commerciales	

risque et de l'incertitude. Par exemple, il existe des trajectoires ou possibilités technologiques jamais développées pour la seule raison qu'elles ne cadrent pas dans le paradigme technologique dominant. Nous sommes dans ce cas en présence d'un certain déterminisme : le paradigme dominant dicte les options choisies. Nous sommes en même temps en présence d'une part d'aléatoire : la trajectoire choisie se fait au détriment d'une autre qui, le saura-t-on jamais, aurait pu remplir les exigences requises, et plus encore, de façon plus performante.

La notion de hasard qui nous intéresse ici est celle, déjà appréhendée par ARISTOTE puis raffinée par COURNOT, d'une rencontre de séries causales indépendantes. Ainsi compris, le hasard n'est pas un simple jeu de dés mais une combinaison de circonstances déjà présentes.

Nous sommes bien loin, dira-t-on, des politiques scientifiques et technologiques. Pas réellement. L'exemple du Japon est instructif à cet effet. Quoi qu'on en dise, il semblerait que le succès du Japon dépend davantage du fait qu'il a saisi les opportunités et exploité un ensemble de circonstances favorables plutôt que d'être le résultat d'une planification stricte (FREEMAN, 1987b). Ainsi conçues, les politiques scientifiques et technologiques doivent s'imprégner dans le milieu et exploiter ses opportunités.

Une telle saisie des opportunités demande cependant de la vigilance. Cette vigilance, à son tour, exige une sensibilisation à l'importance de la RD. Sensibilisation du public en général, par l'entremise de la « culture scientifique », mais sensibilisation également du milieu des affaires. Une des causes majeures qui expliqueraient le peu de RD privée au Canada serait l'**attitude** des managers (MEST, 1987b), ce que reconnaît d'ailleurs l'Association des manufacturiers canadiens (AMC, 1987). Ces derniers sont encore peu conscients de l'importance stratégique de la RD, non pas parce qu'il leur manque une formation scientifique ou technologique, mais une compréhension de l'innovation et de son importance (CLARKE et REAVLEY, 1987).

Dans le but de modifier de telles attitudes, le soutien gouvernemental à la RD privée est assurément non négligeable, et certains prétendent même que c'est là son principal bénéfice (MEYER-KRAHMER, 1987). Cependant, les gouvernements se tournent de plus en plus vers des politiques visant à créer un climat propice à l'innovation. Il s'agit de stimuler la compétition et la concurrence en privatisant et en déréglementant les marchés (OCDE, 1986b ; BURTON et OBEL, 1986) et en libéralisant les frontières. On espère ainsi modifier les comportements et les attitudes en faveur de l'innovation notamment. Ainsi conçue, la compétition ne saurait s'opposer à la collaboration. Compétition et collaboration peuvent coexister.

En résumé, les politiques scientifiques et technologiques, même si elles sont un leitmotiv aux défis économiques modernes, exigent un juste équilibre entre différentes réalités, certaines nouvelles et d'autres déjà présentes :

- développer une politique scientifique et technologique explicite tout en tenant compte des moyens de politiques implicites (politique d'achat, etc.) (ROTHWELL et ZEGVELD, 1985 ; NELSON, 1983) ;

- s'assurer de la complémentarité entre des moyens généraux (fiscalité, climat économique) et des moyens plus spécifiques (subventions) (MEYER-KRAHMER, 1987) ;

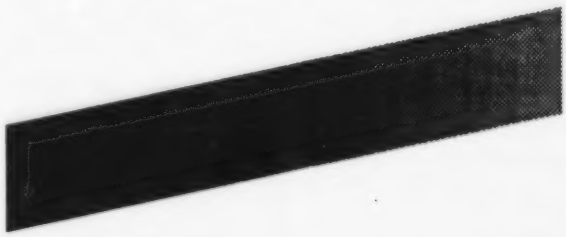
- favoriser la compétition (déréglementation, privatisation, libéralisation des échanges) (BURTON et OBEL, 1986) autant que la collaboration (FUSFELD, 1986) ;

- stimuler le développement technologique autant que la diffusion, même si ces technologies sont étrangères (Conseil économique du Canada, 1983 ; MEST, 1987) ;

- inciter les entreprises à réaliser plus de RD, tout en ne négligeant pas les besoins des entreprises relatifs à l'ensemble du processus d'innovation (KLINE et ROSENBERG, 1986), dont le transfert technologique ;

- tenir compte de la complémentarité entre grandes entreprises et PME (ROTHWELL, 1983, 1985 ; KAMIEN et SCHWARTZ, 1982).

Seul un tel équilibre, qui n'est pas sans requérir d'immenses efforts de concertation et de collaboration, saura concrétiser les mérites qu'on attribue à la science et à la technologie.



BIBLIOGRAPHIE

ALLEN, T. J., « Performance of Information Channels in the Transfer of Technology », ***Industrial Management Review***, 8, 1966.

ARNOLD, E. et K. GUY, ***Parallel Convergence : National Strategies in Information Technology***, Greenwood Press, Londres, 1986, 320 p.

ARROW, K. J., « Economic Welfare and Allocation of Ressources to Innovation », in ***The Rate and Direction of Economic Activity***, National Bureau of Economic Research, Princeton University Press, 1962.

Association des manufacturiers canadiens, ***Relever le défi de la concurrence en RD industrielle***, 1987, 27 p.

AUCOIN, P. et R. FRENCH, ***Savoir, pouvoir et politique générale***, Conseil des sciences du Canada, Étude numéro 31, Ottawa, 1974, 93 p.

AXELROD, R., ***The Evolution of Cooperation***, Basic Books, New York, 1984, 241 p.

Banque fédérale de développement, ***Répertoire des programmes d'aide aux entreprises offerts par le gouvernement fédéral***, Ottawa, 1987, 323 p.

BARRAS, R., « Towards a Theory of Innovation in Services », ***Research Policy***, 15, 1986, pp. 161-173.

BIRSCH, D. L., « Who Creates Jobs ? », ***The Public Interest***, 65, 1981, pp. 3-14.

BLUMENTHAL, D. et al., « Industrial Support of University Research in Biotechnology », ***Science***, 231, 1986, pp. 242-246.

BOHME, G. et al., « The Scientification of Technology », in W. KROHN et al. (ed.), ***The Dynamics of Science and Technology***, Reidel Publishing, Dordrecht (Holland), 1978, pp. 219-250.

BOLLINGER, L., K. HOPE et J. M. UTTERBACK, « A Review of Literature and Hypotheses on New Technology-Based Firms », ***Research Policy***, 12, 1983, pp. 1-14.

BORNER, S., ***The Internationalization of Industry***, SpringerVerlag, New York, 1986, 175 p.

BOZEMAN, B. et A. LINK, « Public Support for Private RD : The Case of the Research Tax Credits », ***Journal of Political Analysis and Management***, 4 (2), 1985, pp. 370-382.

BRESSANT, J. R., « Influential Factors in Manufacturing Innovation », ***Research Policy***, 11, 1982, pp. 117-132.

BRICKMAN, R., « National Science Policy Coordination in the European Community », ***International Organization***, 31, 1977, pp. 473-496.

BRITTON, J. N. H. et J. M. GILMOUR, ***Le maillon le plus faible : l'aspect technologique du sous-développement industriel du Canada***, Conseil des sciences du Canada, 1980, 251 p.

BROCKHOFF, K., « The Measurement of Attainment of Governmental RD Support », ***Research Policy***, 12, 1983, pp. 171-182.

BRUNO, A. V. et A. C. COOPER, « Patterns of Development and Acquisition for Silicon Valley Startups », ***Technovation***, 1982, pp. 275-290.

BURTON, R. M. et B. OBEL (ed.), « Innovation and Entrepreneurship in Organizations : Strategies for Competitiveness, Deregulation and Privatization », ***Technovation***, 5, 1986, numéro spécial.

CAREY, J. et M. L. MOSS, « The Diffusion of New Telecommunication Technologies », ***Telecommunication Policy***, juin 1985, pp. 145-158.

CAVES, R.E., M.E. PORTER, A.M. SPENCE et J.T. SCOTT, ***Competition in The Open Economy : A Model Applied to Canada***, Cambridge, Harvard University Press, 1980.

CHAKRABARTI, A. E. et W. E. SOUDER, « Critical Factors in Technological Innovation and Their Policy Implications », ***Technovation***, 2, 1984, pp. 255-275.

CHAPMAN WOOD, R., « The Real Challenge of Japan's Fifth Generation Project », ***Technology Review***, janvier 1988, pp. 67-73.

CHESNAIS, F., « Science, technologie et compétitivité », ***Revue STI*** (OCDE), 1, 1986, pp. 97-148.

CHRISTIANSEN, G. B. et R. H. HAVEMAN, « The Contribution of Environmental Regulations on the Slowdown in Productivity Growth », ***Journal of Environmental Economics and Management***, 8, 1981, pp. 381-390.

CLARKE, T. E. et J. REAVLEY, ***Les universités canadiennes et la formation en innovation technologique et en entrepreneuriat technique***, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1987, 108 p.

COHENDET, P. et A. LEBEAU, ***Choix stratégique et grands programmes civils***, Economica, Paris, 1987, 189 p.

Conseil de la science et de la technologie du Québec, ***L'organisation de la politique scientifique et technologique au Québec***, Québec, 1986, 31 p.

Conseil des sciences du Canada, ***Étude sur l'interaction université-entreprise***, Ottawa, 1988, 17 p.

Conseil des sciences du Canada, ***Les fonds de pension et le capital-risque***, (M. MacDonald et J. Perry), Ottawa, 1985, 82 p.

Conseil économique du Canada, ***Innovation, emplois, adaptation,*** Ottawa, 1987, 215 p.

Conseil économique du Canada, ***Les enjeux du progrès : innovation, commerce et croissance,*** Ottawa, 1983, 192 p.

Conseil économique du Canada, ***Comparaison interrégionale de la diffusion des innovations au Canada,*** Ottawa, 1979.

Conseil exécutif, ***Le cadre et les moyens d'une politique québécoise concernant les investissements étrangers,*** Québec, 1974.

CRENSON, M. A., « The Private Stake in Public Goods : Overcoming the Illogic of Collective Action », ***Policy Sciences,*** 20, 1987, pp. 259-276.

CROW, M. et B. BOZEMAN, « RD Laboratory Classification and Public Policy : The Effects of Environmental Context on Laboratory Behavior », ***Research Policy,*** 16, 1987, pp. 229-258.

DALPE, R., ***Politique d'achat et développement technologique,*** Conseil de la science et de la technologie du Québec, document interne numéro 6, 1987, 93 p.

DAVIS, D. B., « Pulling Together on Computer Communications », ***High Technology,*** septembre 1986, pp. 30-35.

DEBRESSON, C., ***L'innovation au Québec : les capacités innovatrices de l'industrie au Québec,*** CRUST (MESS), Québec, 1986, 180 p.

DE SOLA PRICE, D., ***Little Science, Big Science,*** Columbia University Press, New York, 1963.

DE SOLA PRICE, D., « The Science Technology Relationship, the Craft of Experimental Science, and Policy for the Improvement of High Technology Innovation », ***Research Policy,*** 13, 1984, pp. 3-20.

DICKSON, D., ***The New Politics of Science,*** Pantheon, New York, 1984, 404 p.

DICKSON, D., « Networking : Better Than Creating New Centers ? », ***Science,*** 237, 1987, pp. 1106-1107.

DICKSON, K., « The Influence of Ministry of Defense Funding on Semiconductors RD in the United Kingdom », ***Research Policy,*** 12, 1983, pp. 113-120.

DORFMAN, N. S., « Route 128 : The Development of a Regional High Technology Economy », ***Research Policy,*** 12, 1983, pp. 299-316.

DOSI, G., « Technological Paradigms and Technological Trajectories », ***Research Policy,*** 11, 1982, pp. 147-162.

EWERS, H.-J. et R. W. WETTMANN, « Innovation-Oriented Regional Policy », ***Regional Studies,*** 14, 1980, pp. 161-179.

FEIBLEMAN, J. K., « Pure Science, Applied Science, Technology, Engineering : An Attempt at Definition », ***Technology and Culture,*** 2, 1961, pp. 305-317.

FELLS, G., « Venture Capital in Canada : A Ten-Year Review », ***Business Quaterly,*** printemps 1984, pp. 70-77.

FONG, G. R., « The Potential for Industrial Policy : Lessons From the VHSIC. Program », ***Journal of Policy Analysis and Management,*** 5, 1986, pp. 264-291.

FRANSWORTH, C. H. « West is Easing Policy on Sales to Soviet Bloc » ***New York Times,*** 15 février 1988.

FREEMAN, C., « Le défi des technologies nouvelles », in OCDE, ***Interdépendance et coopération dans le monde de demain,*** Paris, 1987a, pp. 139-176.

FREEMAN, C., ***Technology Policy and Economic Performance,*** Frances Pinter, Londres, 1987b, 155 p.

FREEMAN, C., ***The Economics of Industrial Innovation,*** Frances Pinter, Londres, 1982.

FUSFELD, H. I., ***The Technical Enterprise : Present and Future Patterns,*** Ballinger, Cambridge, 1986, 312 p.

FUSFELD, H. I. et C. S. HACKLISH, « Cooperative RD for Competitors », ***Harvard Business Review,*** novembre-décembre 1985, pp. 60-76.

GARVIN, D. A., « Spin-Offs and the New Firm Formation Process », ***California Management Review,*** 2, 1983, pp. 1-20.

GOLD, B., « Technological Diffusion in Industry : Research Needs and Shortcomings », ***The Journal of Industrial Economics,*** 29, 1981, pp. 247-269.

GOTO, A. et R. WAKASUGI, « Technology Policy in Japan : A Short Review », ***Technovation,*** 5, 1987, pp. 269-279.

Groupe de travail sur les politiques et les programmes fédéraux de développement technologique, Rapport final, Ottawa, 1984, 76 p.

GUILE, B. R. et H. BROOKS, ***Technology and Global Industry : Companies and Nations in the World Economy,*** National Academy Press, Washington, 1987, 272 p.

GUMMETT, P., « The Contract Mechanism and the Promotion of British Technology », in R. Johnston et P. Gummett, ***Directing Technology : Policies for Promotion and Control,*** St Martin Press, New York, 1979, pp. 76-90.

HALL, M., « Videotex : Anatomy of a Failure », ***Information and Management,*** 9, 1985, pp. 99-109.

HALL, P. et A. MARKUSEN (ed.), ***Silicon Landscapes,*** Allen et Unwin, Boston, 1985, 160 p.

HOUGH, J. F., ***Opening up the Soviet Economy,*** Brookings Institution, Washington, 1988.

HUTTON, J. et K. HARTLEY, « The Influence of Health Service Procurement Policy on RD in the UK Medical Capital Equipment Industry », ***Research Policy,*** 14, 1985, pp. 205-211.

Institut de recherche sur les politiques publiques, Colloque sur les fusions et les groupements d'entreprises, Montréal, Hôtel Méridien, 23 et 24 mars 1987.

IRVINE J. et B. R. MARTIN, ***Foresight in Science : Picking the Winners,*** Frances Pinter, Londres, 1984, 166 p.

JACQUEMIN, A., « Comportement collusif et accords en RD », ***Revue d'économie politique,*** 97 (1), 1987, pp. 1-3.

JACQUEMIN, A. et al., ***Compétition européenne et coopération entre entreprises en matière de RD,*** Commission des communautés européennes, Bruxelles, 1986, 112 p.

JOGLEKAR, P. et M. HAMBURG, « An Evaluation of Federal Policies Concerning Joint Ventures for Applied RD », ***Management Science,*** 29 (9), 1983, pp. 1016-1026.

JUSTMAN, M. et M. TEUBAL, « Innovation Policy in an Open Economy : A Normative Framework for Strategic and Tactical Issues », ***Research Policy,*** 15, 1986, pp. 121-138.

KAMIEN, M. I., et N. L. SCHWARTZ, ***Market Structure and Innovation,*** Cambridge University Press, Cambridge, 1982, 241 p.

KATZ, M. C., « An Analysis of Cooperative RD », ***Rand Journal of Economics,*** 17 (4), 1986, pp. 527-543.

KENNEY, M., ***Biotechnology : The University-Industrial Complex,*** Yale University Press, New York, 1986, 306 p.

KLINE, S. J. et N. ROSENBERG, « An Overview of Innovation », in R. LAUDAN et N. ROSENBERG (ed.), ***The Positive Sum Strategy : Harnessing Technology for Economic Growth,*** 1986.

LANDRY, R., « Science politique et les politiques technologiques » in Conseil de la science et de la technologie du Québec, ***Sciences sociales et transformations technologiques,*** Québec, 1987, pp. 235-282.

LANDRY, R., « Les programmes d'aide à l'innovation des gouvernements canadien et québécois : une évaluation exploratoire », in B. Crousse et al. (ed.), ***Science politique et politique de la science,*** Economica, Paris, 1986, pp. 31-49.

LAUDAN, R., ***The Nature of Technological Knowledge : Are Models of Scientific Change Relevant ?,*** Reidel Publishing, Dordrecht (Holland), 1984, 145 p.

LAYTON, E. T., « Technology as Knowledge », ***Technology and Culture,*** 15, 1974, pp. 31-41.

Le Devoir, « Peterson mijote des projets de coopération avec Québec », 18 février 1988.

Le Devoir, « Québec veut créer des mammouths financiers », 15 octobre 1987.

LEISS, W., « Industry Technology and Political Agenda in Canada : The Case of Government Support for RD », ***Science and Public Policy,*** 15 (1) 1988 : 57-65.

LICHFIELD, N., « National Approaches to Science Parks », ***Science and Policy,*** octobre 1987, pp. 301-303.

LINK, A. N. et G. TASSEY, ***Strategies for Technology Based Competition : Meeting the New Global Challenge,*** Lexington Books, Massachusetts, 1987, 142 p.

LONGO, F., ***Industrial RD and Productivity in Canada,*** Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1984, 54 p.

LOWE, J. et N. CRAWFORD (ed.), ***Innovation and Technology Transfer for the Growing Firm,*** Pergamon Press, New York, 1984, pp. 163-180.

MACDONALD, S., « Theoretically Sound : Practically Useless ? Government Grants for Industrial RD in Australia », ***Research Policy,*** 15, 1986, pp. 269-283.

MAIDIQUE, M. A. et B. J. ZIRGER, « The New Product Learning Cycle », ***Research Policy,*** 14, 1985, pp. 299-313.

MALECKI, E. J., « The RD Location Decision of the Firm and Creative Regions : A Survey », ***Technovation,*** 6, 1987, pp. 205-222.

MALERBA, F., « Demand Structure and Technological Change : The Case of the European Semiconductor Industry », ***Research Policy,*** 14, 1985, pp. 283-297.

MANSFIELD, E. et L. SWITZER, « The Effects of RD Tax Credits and Allowances in Canada », ***Research Policy,*** 14, 1985, pp. 97-107.

MANSFIELD, E. « Tax Policy and Innovation », ***Science,*** 215, 1982, pp. 214-220.

MAXWELL, J. et S. CURRIE, ***Ensemble vers l'avenir : la collaboration entreprise-université au Canada,*** Forum entreprises-universités, Montréal, 1984, 105 p.

McMULLEN, K., ***A Model of Lag Lengths for Innovation Adoption by Canadian Firms,*** Conseil économique du Canada, Ottawa, 1982, 56 p.

MEYER-KRAHMER, F., « Evaluating Innovation Policies : The German Experience », ***Technovation,*** 5, 1987, pp. 317-330.

MILLER, R. et M. CÔTÉ, ***Growing the Next Silicon Valley : A Guide for Successful Regional Planning,*** Lexington Books, Massachusetts, 1987, 158 p.

MILLINGTON, A. D. et Y. VAN RUSKENVELD, ***La diffusion de la technologie au Canada : les mythes et la réalité,*** Ministère d'État à la Science et à la Technologie, Ottawa, 1986, 48 p.

Ministère d'État à la science et à la technologie, ***A Proposal for a National Centers of Excellence Program,*** Document présenté à la Conférence des ministres responsables de la science et de la technologie, St Johns, 1er octobre 1987.

Ministère d'État à la science et à la technologie, ***Cadre décisionnel en matière de sciences et de technologies,*** Ottawa, 1987a, 17 p.

Ministère d'État à la science et à la technologie, ***Document de travail sur l'effort canadien en matière de RD,*** Conférence annuelle des Premiers ministres, Toronto, 26 et 27 novembre 1987b, 24 p.

Ministère d'État à la science et à la technologie, ***Innovaction : la stratégie canadienne en matière de science et de technologie,*** Ottawa, 1987c, 25 p.

Ministère d'État à la science et à la technologie, ***L'appui du gouvernement du Canada au développement technologique,*** Ottawa, 1987d, 40 p.

Ministère d'État à la science et à la technologie, ***Renforcer l'association du secteur privé et des universités pour la recherche : règles de la politique des subventions de contrepartie,*** Ottawa, 1987e, 18 p.

Ministère de l'Expansion industrielle et régionale, ***La fourniture ou l'acquisition de technologie : un guide à l'intention du milieu canadien des affaires pour la structuration et la négociation des accords de transfert de technologie,*** Ottawa, 1986, 76 p.

Ministère de l'Industrie et du Commerce, ***Guide des services et programmes d'aide offerts aux entreprises québécoises,*** Québec, 1986a.

Ministère de l'Industrie et du Commerce, ***Rapport du comité de révision des programmes d'aide de la SDI,*** Annexes, Québec, 1986b, 197 p.

Ministère délégué à la PME, ***Les PME au Québec : état de la situation,*** Québec, 1987, 320 p.

Ministère des Affaires extérieures, ***Accord de libre-échange entre le Canada et les États-Unis,*** Ottawa, Canada, 1987, 63 p.

Ministère des Communications du Canada, ***Les communications au XXIe siècle,*** Ottawa, 1987, 101 p.

Ministère du Commerce extérieur et du Développement technologique, ***La maîtrise de notre avenir technologique : un défi à relever,*** plan d'action 1988-1992, document de consultation, Québec, 1988, 107 p.

Ministère du Commerce extérieur et du Développement technologique, ***Guide des services offerts à l'exportateur québécois,*** Québec, 1984, 194 p.

MOWERY, D. C., « Economic Theory and Government Technology Policy », ***Policy Sciences,*** 16, 1983a, pp. 29-43.

MOWERY, D. C., « Innovation, Market Structure, and Government Policy in the American Semiconductor Electronics Industry : A Survey », ***Research Policy,*** 12, 1983b, pp. 183-197.

MOWERY, D. et N. ROSENBERG, « The Influence of Market Demand Upon Innovation : A Critical Review of Some Recent Empirical Studies », ***Research Policy,*** 8, 1979, pp. 102-153.

National Science Foundation, ***The Process of Technological Innovation : Reviewing the Literature,*** Washington, 1983, 264 p.

National Science Foundation, ***University – Industry Research Relationships : Myths, Realities and Potential,*** Washington, 1982, 33 p.

NEILSON, N. A. W. et G. GAFFIELD (ed.), ***Universities in Crisis : A Medieval Institution in the Twenty-First Century,*** Institut de recherche sur les politiques publiques, Halifax, 1986, 301 p.

NELSON, R. R., « The Simple Economics of Basic Scientific Research », ***Journal of Political Economy,*** 67, 1959, pp. 297-306.

NELSON, R. R. (ed.), ***Government and Technical Change : A Cross-Industry Analysis,*** Pergamon Press, New York, 1982, 495 p.

NELSON, R. R., ***High-Technology Policies : A Five-Nation Comparison,*** Washington, 1984.

NELSON, R. R. et R. N. LANGLOIS, « Industrial Innovation Policy : Lessons from American History », ***Science,*** 219, 1983, pp. 814-818.

NELSON, R. R. et S. G. WINTER, « In Search of a Useful Theory of Innovation », ***Research Policy,*** 6, 1977, pp. 36-76.

OAKEY, R. P., A. T. THWAITES et P. A. NASH, « Technological Change and Regional Development : Some Evidence on Regional Variation in Product and Process Innovation », ***Environment and Planning,*** 14, 1982, pp. 1073-1086.

OCDE, ***Indicateur de la science et de la technologie (2) : RD, invention et compétitivité,*** Paris, 1986a, 125 p.

OCDE, ***Politique de concurrence et déréglementation,*** document interne, Paris, 1986b, 43 p.

OCDE, ***Rapport sur la politique de concurrence et les entreprises communes,*** Paris, 1986c, 123 p.

OCDE, ***Importance relative d'un système d'aide à l'innovation : un essai de mesure,*** DSTI/SPR/85.50, Paris, 1985a.

OCDE, ***Le capital-risque et les technologies de l'information,*** Paris, 1985b, 59 p.

OCDE, ***Perspectives de politique scientifique et technologique,*** Paris, 1985c, 101 p.

OCDE, ***The Measurement of Scientific and Technical Activities*** (Manuel de Frascati), Paris, 1981.

Office de planification et de développement du Québec, ***Politique de promotion de développement technologique des régions,*** Québec, 1 87, 56 p.

Office of Technology Assessment, ***Technology Transfer to China,*** Washington, 1987, 256 p.

Office of Technology Assessment, ***Research Funding as an Investment : Can We Measure the Return ?,*** Washington, 1986, 80 p.

Office of Technology Assessment, ***Information Technology RD : Critical Trends and Issues,*** Washington, 1985, 352 p.

Office of Technology Assessment, ***Commercial Biotechnology : An International Analysis,*** Washington, 1984a, pp. 269-308.

Office of Technology Assessment, ***Technology, Innovation and Regional Economic Development,*** Washington, 1984b, 168 p.

ORDOVER, J.-A. et R. D. WILLIG, « Antitrust for High-Technology Industries : Assessing Research Joint Ventures and Mergers », ***Journal of Law and Economics,*** 28, 1985, pp. 311-333.

OSHAWA, K., « Technological Innovation and Industrial Research in Japan », ***Research Policy,*** 13, 1984, 285 p.

PAVITT, K., « The Objectives of Technology Policy », ***Science and Public Policy,*** août 1987, pp. 182-188.

PAVITT, K. et W. WALKER, « Government Policies Towards Industrial Innovation : A Review », ***Research Policy***, 5, 1976, pp. 11-97.

PAVITT, K., « Governmental Support for Industrial Research and Development in France : Theory and Practice », ***Minerva***, 14, 1976, pp. 330-354.

PAVITT, K., « Sectoral Patterns of Technical Change : Towards a Taxonomy and a Theory », ***Research Policy***, 13, 1984, pp. 343-373.

PECK, M. J., « Joint RD : The Case of MCC », ***Research Policy***, 15, 1986, pp. 219-231.

PERRIN, J., ***Les transferts de technologie***, Éditions La Découverte, Maspero, 1983, 117 p.

POSNER, H. H. et L. WESA, ***La croissance de la productivité : une analyse interindustrielle***, Conseil économique du Canada, Ottawa, 1983, pp. 31-38.

Réglementer moins et mieux, Rapport final du Groupe de travail sur la déréglementation, Québec, 1986, 292 p.

REICH, R. B. et E. D. MANKIN, « Joint Ventures with Japan Give Away our Future », ***Harvard Business Review***, mars-avril 1986, pp. 78-86.

REIGANUM, J., « Uncertain Innovation and the Persistence of Monopoly », ***American Economic Review***, 73 (4), 1983, pp. 741-748.

Report of the Premier's Council, ***Competing in the New Global Economy***, gouvernement de l'Ontario, 1988, 249 p.

RESCHER, N., ***Scientific Progress : A Philosophical Essay on the Economic of Research in Natural Science***, University of Pittsburg Press, 1978.

RICHE, R., D. HECKER et J. BURGAN, « High Technology Today and Tomorrow : A Small Slice of the Employment Pie », ***Monthly Labor Review***, Novembre 1983, pp. 50-58.

ROBERTS, E. B., « Managing Invention and Innovation », ***Research and Technology Management***, 31, 1988, pp. 11-29.

ROBERTS, E. B., « New Ventures for Corporate Growth », ***Harvard Business Review***, juillet-août 1980, pp. 134-142.

ROBSON, M., J. TOWNEEND et K. PAVITT, « Sectoral Patterns of Production and Use of Innovations in the UK : 1945-1983 », ***Research Policy***, 17, 1988, pp. 1-14.

ROSENBERG, N., ***Inside the Black Box : Technology and Economics***, Cambridge University Press, Cambridge, 1982, 304 p.

ROSENBERG, N., « Science, Invention and Economic Growth », ***The Economic Journal***, 84, 1974.

ROTHWELL, R., « Some Indirect Impacts of Government Regulation on Industrial Innovation in the United States », ***Technological Forecasting and Social Change***, 19, 1981, pp. 57-80.

ROTHWELL, R. et W. ZEGVELD, ***Reindustrialization and Technology***, Sharpe, New York, 1985, 282 p.

ROTHWELL, R., « Innovation and Firm Size : A Case for Dynamic Complementarity ; or, Is Small Really so Beautiful », ***Journal of General Management***, 8, 1983, pp. 5-25.

ROTHWELL, R. et W. ZEGVELD, ***Innovation and the Small and Medium Sized Firms***, Frances Pinter, Londres, 1982.

ROTHWELL, R. et W. ZEGVELD, ***Industrial Innovation and Public Policy***, Frances Pinter, Londres, 1981.

SALOMON, J. J., ***Le gaulois, le cow-boy et le samouraï : la politique française de la technologie***, Economica, Paris, 1986, 209 p.

SANGER, D. E., « Chip Makers in Accord on Plan for Consortium », ***New York Times***, 5 mars 1987a.

SANGER, D. E., « A Pentagon Study Urges US Aid for the Embattled Chip Industry », ***New York Times***, 13 février 1987b.

SCHERER, F. M., « Inter-Industry Technology Flows in the United States », ***Research Policy***, 11, 1982, pp. 227-245.

SCHMOOKLER, J., ***Invention and Economic Growth***, Harvard University Press, Cambridge, 1966.

SCHNEE, J. E., « Government Programms and the Growth of High-Technology Industries », ***Research Policy***, 7, 1978, pp. 2-24.

SÉGUIN-DULUDE, L., « Les flux technologiques interindustriels : une analyse exploratoire du potentiel canadien », ***Actualité économique***, 58, 1982, pp. 259-281.

SHAPLEY, D. et R. ROY, ***Lost at the Frontier : US Science and Technology Policy Adrift***, Isi Press, Philadelphia, 1985, 223 p.

SHARP, M., « National Policies Towards Biotechnology », ***Technovation***, 5, 1987, pp. 281-304.

SIMS, C., « US to Decide Phone of Future », ***New York Times***, 17 mars 1987.

SOLOW, R., « Technical Change and the Aggregate Production Function », ***Review of Economics and Statistics***, 39, 1957.

Statistique Canada, « Activités de RD industrielle », ***Bulletin de la statistique des sciences***, 12 (1), 1988.

STEED, G. P. F., ***Les entreprises émergentes : pour jouer gagnant***, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1982, 200 p.

STEED, G. et S. TIFFIN, ***Une consultation nationale sur les technologies émergentes***, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1986, 80 p.

STOLERU, L., ***L'ambition internationale***, Seuil, Paris, 1987, 323 p.

SWITZER, L. N., ***The Impact of Tax Credits and Direct Government Spending on Private RD : A Survey***, MESS, Québec, 1985, 45 p.

TASSEY, G., « The Role of Government in Supporting Measurement Standards for High Technology Industries », ***Research Policy***, 11, 1982, pp. 311-320.

TAYLOR, M., ***The Possibility of Cooperation,*** Cambridge University Press, Cambridge, 1987, 205 p.

TEECE, D. J., « Profiting from Technological Innovation : Implication for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy », ***Research Policy,*** 15, 1986, pp. 285-385.

TEECE, D. J., « Technology Transfer by Multinational Firms : The Resource Cost of Transferring Technological Know-How », ***The Economic Journal,*** 87, 1977, pp. 242-261.

The Technology Atlas Team, « Technological Capabilities Assessment in Developing Countries », ***Technological Forecasting and Social Change,*** 32, 1987, numéro spécial.

TILTON, J. E., ***International Diffusion of Technology : The Case of Semiconductors,*** Brookings, Washington, 1971.

TISDELL, C. A., ***Science and Technology Policy : Priorities of Governments,*** Chapman et Hall, Londres, 1981, 222 p.

VICKERY, G., « La diffusion des nouvelles technologies : la microélectronique », ***Revue STI*** (OCDE), 2, 1987, pp. 43-84.

VON HIPPEL, E., « Cooperation Between Rivals : Informal Know-How Trading », ***Research Policy,*** 16, 1987, pp. 291-302.

WALSH, V., « Technologie et compétitivité : les problèmes particuliers des petits pays », ***Revue STI*** (OCDE), 2, 1987, pp. 85-140.

WEBBER, D. et al., « Information Technology and Economic Recovery in Western Europe », ***Policy Sciences,*** 19, 1986, pp. 319-346.

WEINGART, P., « The Relation Between Science and Technology : A Sociological Explanation », in W. KROHN et al. (ed.), ***The Dynamics of Science and Technology,*** Reidel Publishing, Dordrecht, (Holland), 1978, pp. 251-286.

WOODSIDE, K., « Tax Incentives vs. Subsidies : Political Considerations in Governmental Choice », ***Analyse de politiques,*** 2, 1979, pp. 248-256.

WORTINGTON, J., « Industrial and Science Parks : Accommodating Knowledge-Based Industries », in Council of Europe, ***Planning for Enterprises,*** Report of the International Seminar Held in Swansea, 16 et 18 septembre 1982, pp. 37-44.

Gouvernement du Québec
Ministère des Communications